

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

16.12.03

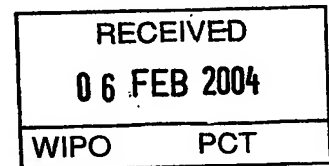
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月25日

出願番号
Application Number: 特願2002-374433
[ST. 10/C]: [JP2002-374433]

出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

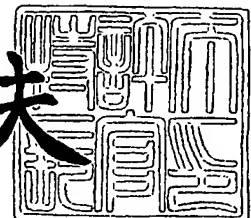


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



Best Available Copy

出証番号 出証特2003-3112515

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-01046

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 鈴木 敬介

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池の発電量制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池の目標発電量を演算する目標発電量演算手段と、

前記目標発電量演算手段により演算されて得られた目標発電量を入力し、前記燃料電池の出力特性にしたがって求められた発電量-電流特性に基づいて、目標発電量に対応した目標電流を演算する目標電流演算手段と、

少なくとも前記燃料電池から出力されている実電圧を検出する運転状態検出手段と、

前記目標電流演算手段により演算されて得られた目標電流と、前記運転状態検出手段により検出された前記燃料電池の実電圧に基づいて、前記燃料電池の発電量を指令する出力指令値を演算する出力指令値演算手段とを有することを特徴とする燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 2】 前記目標電流演算手段により演算されて得られた目標電流を入力し、前記燃料電池の電流-燃料及び酸化剤となるガスの圧力特性、ならびに前記燃料電池の電流-燃料及び酸化剤となるガスの流量特性を表す目標ガス動作点特性に基づいて、前記燃料電池に供給されるガスの目標動作点を演算する目標ガス動作点演算手段と、

前記目標ガス動作点演算手段により演算されて得られた目標ガス動作点に基づいて、前記燃料電池に供給されるガスの圧力ならびに流量を制御するガス制御手段と、

前記運転状態検出手段により検出された前記燃料電池の出力に基づいて、前記燃料電池の出力特性を学習し、学習結果に基づいて前記燃料電池の基準出力特性を補正する出力特性学習手段とを備え、

前記目標電流演算手段は、前記出力特性学習手段により学習補正されて得られた前記燃料電池の出力特性に基づいて、前記発電量-電流特性を補正することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 3】 前記目標電流演算手段により演算されて得られた目標電流を入力し、前記燃料電池の電流-燃料及び酸化剤となるガスの圧力特性、ならびに

前記燃料電池の電流－燃料及び酸化剤となるガスの流量特性を表す目標ガス動作点特性に基づいて、前記燃料電池に供給されるガスの目標動作点を演算する目標ガス動作点演算手段と、

前記目標ガス動作点演算手段により演算されて得られた目標ガス動作点に基づいて、前記燃料電池に供給されるガスの圧力ならびに流量を制御するガス制御手段と、

前記運転状態検出手段により検出された前記燃料電池の出力に基づいて、前記燃料電池の出力特性を学習し、学習結果に基づいて前記燃料電池の基準出力特性を補正する出力特性学習手段とを備え、

前記目標ガス動作点演算手段は、前記出力特性学習手段により学習補正されて得られた前記燃料電池の出力特性に基づいて、前記目標ガス動作点特性を補正する

ことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 4】 前記運転状態検出手段は、前記燃料電池から出力されている実電流を検出し、

前記出力特性学習手段は、前記運転状態検出手段により検出された前記燃料電池の実電流ならびに実電圧に基づいて、前記燃料電池の出力特性を学習することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 5】 前記出力特性学習手段は、

前記燃料電池の運転中に、前記運転状態検出手段により検出された前記燃料電池の実電流ならびに実電圧の値を逐次収集し、前記燃料電池の出力特性を学習することを特徴とする請求項 4 記載の燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 6】 前記出力特性学習手段は、

前記燃料電池の電流－電圧特性を学習する際に、前記運転状態検出手段が所定期間に検出した前記燃料電池の実電流ならびに実電圧に基づいて、前記燃料電池の基準出力特性を補正し、前記燃料電池の出力特性を学習することを特徴とする請求項 4 記載の燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 7】 前記出力特性学習手段は、

前記燃料電池の基準出力特性を、前記燃料電池の温度に応じて複数備え、

学習結果に基づいて実温度に対応した前記燃料電池の基準出力特性を補正することを特徴とする請求項 2, 3, 4, 5 及び 6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池の発電量制御装置。

【請求項 8】 前記目標発電量演算手段は、

前記燃料電池の発電により補機負荷で消費される消費電力を勘案して目標発電量を演算し、前記出力特性学習手段の学習により得られた前記燃料電池の出力特性に基づいて、前記目標電流演算手段の発電量-電流特性、あるいは前記目標ガス動作点演算手段の目標ガス動作点特性が補正された際に、前記補機負荷の消費電力特性を補正する

ことを特徴とする請求項 2, 3, 4, 5, 6 及び 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池の発電量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池の出力特性が低下した場合であっても、発電量を適切に制御する燃料電池の発電量制御装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、燃料電池の発電量を制御する技術としては、例えば以下に示す文献に記載されものが知られている（特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載された発明では、燃料電池の基本出力特性と、実際の燃料電池の出力電流及び出力電圧とを用いて燃料電池の出力特性を推定し、アクセルペダルポジション、ブレーキペダルポジションならびに車速に基づいて燃料電池システムへの要求出力が計算され、この要求出力から決まる燃料電池出力と、推定された出力特性とから燃料電池の運転ポイントが設定される。すなわち、上記従来技術では、車両制御系から与えられた出力指令値に基づいて燃料電池の発電量が制御されていた。

【0 0 0 3】

このようにして発電制御される燃料電池が車両に搭載される場合に、車両の駆動力は、主としてエンジンの回転数とトルクによって制御される。一方、燃料電

池の出力は、電圧ならびに電流によって制御される。したがって、車両に搭載された燃料電池の出力を制御する場合には、車両の制御系から与えられる出力と、燃料電池システムの出力とでインタフェースをとることが望ましかった。

【0004】

このような燃料電池システムにおいては、システムの起動直後や経時変化によって、燃料電池の出力特性が低下して出力電圧が低下している場合がある。このよう燃料電池から、指令された出力を取り出すためには、出力電流を多く取り出す必要がある。しかし、出力電流を多く取り出そうとすると、出力電圧が低下する。したがって、これらが繰り返えされて悪循環に陥り、結果的に所望の出力が取り出せないといった不具合を招く可能性があった。

【0005】

このような不具合に対処するため、特許文献1に記載された技術は、燃料電池の出力特性に基づいて運転ポイント（出力電流、出力電圧）を予め設定しておき、設定された出力電流、出力電圧を取り出すようにコンバータを制御して、出力電流の増加を防止する、というものである。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-231295号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献1に記載された従来技術では、燃料電池の出力特性に基づいて出力電流、出力電圧を共に予め設定していた。このため、燃料電池の出力特性に誤差があった場合には、燃料電池を実現できない運転ポイントで運転させようとすることになる。このような場合には、上述したと同様に、出力電流、出力電圧の取り出し過ぎが起こり、燃料電池の出力が急激に低下し、出力が取り出せなくなったり、燃料電池の劣化や、燃料電池が損傷するといった問題点を招いていた。

【0008】

そこで、本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、その目的とするところ

は、燃料電池の出力特性の低下時においても、確実に出力を確保し、かつ燃料電池の劣化や損傷を防止した燃料電池の発電量制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の課題を解決する手段は、燃料電池の目標発電量を目標発電量演算手段により演算し、前記燃料電池の出力特性にしたがって求められた発電量－電流特性に基づいて、目標電流演算手段により目標発電量に対応した目標電流を演算し、目標電流と、運転状態検出手段により検出された前記燃料電池の実電圧に基づいて、出力指令値演算手段106により前記燃料電池の発電量を指令する出力指令値を演算することを特徴とする。

【0010】

【発明の効果】

本発明によれば、目標発電量から演算した目標電流値と燃料電池の実電圧に基づいて、燃料電池の出力指令値を演算するようにしたので、燃料電池の出力特性が低下している場合であっても、確実に出力を確保し、かつ燃料電池の劣化や損傷を防止することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。

【0012】

図1は本発明の第1の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置の構成を示す図である。図1に示す第1の実施形態の燃料電池の発電量制御装置は、目標発電量演算手段101、運転状態検出手段102、目標電流演算手段104、目標ガス動作点演算手段105、出力指令値演算手段106、ならびにガス制御手段107を備えて構成されている。

【0013】

目標発電量演算手段101は、燃料電池の目標発電量P0を演算する手段である。目標発電量演算手段101は、本燃料電池システムを燃料電池車両に適用する場合には、運転者の要求、車両の特性に基づいて目標発電量を算出するため、

車両制御系に設けられる。

【0014】

運転状態検出手段102は、燃料電池から出力された出力電圧（実電圧）を検出し、燃料電池の運転状態を検出する手段である。

【0015】

目標電流演算手段104は、燃料電池の基準となるI（電流）－V（電圧）特性（出力特性）であるノミナル特性から求めた発電量－電流特性に基づいて、目標発電量演算手段101で演算されて得られた目標発電量P0に対応した目標電流I1を演算する手段である。

【0016】

目標ガス動作点演算手段105は、目標電流演算手段104で演算されて得られた目標電流I1に基づいて、燃料電池に供給される燃料ガスと酸化剤ガスの目標ガス動作点として、目標ガス圧力の動作点、ならびに目標ガス流量の動作点を演算する手段である。なお、図1では、ガス圧力のみの記載であるが、ガス流量も含まれる。

【0017】

出力指令値演算手段106は、運転状態検出手段102で検出された出力電圧（実電圧）と、目標電流演算手段104で演算されて得られた目標電流I1に基づいて、燃料電池の発電量を指令する出力指令値を演算する手段である。

【0018】

ガス制御手段107は、ガス動作点演算手段105で演算されて得られた目標ガス動作点（目標ガス圧力ならびに目標ガス流量の動作点）と、燃料電池の実際のガス圧力ならびにガス流量とに基づいて、燃料電池に供給される燃料ガスならびに酸化剤ガスの制御を行う手段である。

【0019】

図2はこの第1の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置を含む燃料電池システムの構成を示す図である。図2において、燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスの供給を受けて発電する燃料電池スタック201、加湿器202、加湿器202に供給される空気を圧縮するコンプレッサ203、燃料電池スタック

201に供給される高圧水素の流量を制御する可変バルブ204、燃料電池スタック201から排出された空気の圧力、流量を制御するスロットル205、水素を外部に排気するパージ弁206、純水ポンプ207、燃料電池スタック201から排出された未使用の水素を上流へ還流するイジェクタ208、燃料電池スタック201から出力を取り出す駆動ユニット209、燃料電池スタック201の入口の空気圧力を検出する空気圧力センサ210、燃料電池スタック201の入口の水素圧力を検出する水素圧力センサ211、燃料電池スタック201に流入する空気流量を検出する空気流量センサ212、燃料電池スタック201に流入する水素流量を検出する水素流量センサ213、各センサの信号を取り込み、内蔵された制御ソフトウェアに基づいて各アクチュエータを駆動するコントローラ214、燃料電池スタック201から取り出された出力電圧を検出する電圧センサ215、燃料電池スタック201から取り出された出力電流を検出する電流センサ216とを有して構成されている。

【0020】

このような構成において、コンプレッサ203で圧縮された空気は加湿器202に送られ、加湿器202では純水ポンプ207で供給された純水で空気を加湿し、加湿された空気が燃料電池スタック201へ送り込まれる。高圧水素は可変バルブ204で流量が制御され、イジェクタ208で還流された水素と合流して加湿器202に送られ、加湿器202では空気と同様に純水ポンプ207で供給された純水で水素が加湿され、加湿された水素が燃料電池スタック201へ送り込まれる。

【0021】

燃料電池スタック201では、送り込まれた空気と水素を反応させて発電を行い、電流（電力）を車両等の外部システムへ供給する。燃料電池スタック201で発電に使用されなかった空気は燃料電池外へ排出され、スロットル205で圧力制御が行われた後、大気へ排出される。また、発電に使用されなかった水素は燃料電池システム外へ排出されるが、イジェクタ208によって加湿器202の上流へ還流され、発電に再利用される。

【0022】

空気圧力センサ 210、空気流量センサ 212、水素圧力センサ 211、水素流量センサ 213、電圧センサ 215 ならびに電流センサ 216 で検出された検出値はコントローラ 214 へ読み込まれる。コントローラ 214 では、目標発電量 P_0 に基づいて目標電流 I_1 を決定する。コントローラ 214 は、各センサから読み込まれた各検出値が、読み込まれた時点の目標電流 I_1 に基づいて決まる目標値となるように、コンプレッサ 203、スロットル 205、可変バルブ 204 を制御する。さらにコントローラ 214 は、目標値に対して実際に実現されている圧力、流量に応じて燃料電池スタック 201 から駆動ユニット 209 に取り出す出力（電流値）を、出力指令値として駆動ユニット 209 に与えて制御する。

【0023】

なお、図 1 に示す燃料電池の発電量制御装置の構成と、図 2 に示す燃料電池システムにおいて、電圧センサ 215 は運転状態検出手段 102 に相当し、コントローラ 214 が、目標電流演算手段 104、ガス動作点演算手段 105、出力指令値演算手段 106 に相当し、コンプレッサ 203、可変バルブ 204、スロットル 205 がガス制御手段 107 に相当する。

【0024】

図 3 は、初期状態時における燃料電池の電流－電圧（ $I-V$ ）特性（ノミナル特性）（図 3 中（1）で示す）と、経時劣化や暖気不十分等による特性の低下時における $I-V$ 特性（図 3 中（2）で示す）を示す図である。この図 3 を参照して、目標発電量に基づいて目標ガス動作点を設定し、かつ目標発電量をそのまま出力指令値とする場合に、燃料電池から出力を取り出し際の様子を説明する。

【0025】

燃料電池の $I-V$ 特性がノミナル特性であると想定していても、経時劣化や暖機不十分等により $I-V$ 特性が図 3 の（2）に示すように低下していることがある。このような場合に、車両制御系からの目標発電量が P_0 [W] で、この目標発電量 P_0 [W] で目標ガス動作点を求め、かつそのまま P_0 [W] を出力指令値とする。このような設定において、ノミナル特性を想定して目標電流 I_1 （＝ I_0 ）で出力を取り出す。しかし、 $I-V$ 特性の低下により電圧が V_0 から V_1

に低下しているため、出力発電量は、図3の(2)のI-V特性に示すように P_1 ($< \text{目標発電量 } P_0$) しか取り出すことができない。

【0026】

そこで、出力指令値が P_0 [W] に設定されているので、検出した電圧、電流値の積が目標発電量 P_0 となるように、取り出し電流を $I_1 \rightarrow I_1'$ に増加させる。しかし、燃料ガス(水素)や酸化剤ガス(空気)の圧力、流量の動作点は、車両制御系から要求されているノミナル特性での目標発電量 P_0 (電流は I_1) に対応する値となっている。また、この状態でのI-V特性は、図3の(2)に示すように電流 I_1 以上で電圧が急激に低下している。

【0027】

したがって、このまま取り出し電流を $I_1 \rightarrow I_1'$ と増加させると、電圧がさらに $V_1 \rightarrow V_1'$ と低下し、やはり目標発電量 P_0 を取り出すことができない。さらに、電流を $I_1' \rightarrow I_1''$ と増加させても、図3の(2)に示す特性から分かるように電圧が $V_1' \rightarrow V_1''$ と急激に低下する。この結果、所望の目標発電量 P_0 を取り出すことができず、しかも過大な電流を取り出すことにより、燃料電池の高分子膜が損傷してしまうおそれがあった。

【0028】

これに対して、この第1の実施形態では、燃料電池のノミナル特性に基づいて、車両制御系から与えられる目標発電量 P_0 から目標電流値 I_1 を目標電流演算手段104で演算し、この目標電流値 I_1 と、燃料電池スタック201から実際に出力されている実電圧 V_1 との積($I_1 \times V_1$)に基づいて、出力指令値を出力指令値演算手段106で演算する。

【0029】

これにより、図3の(2)のI-V特性に示すように、出力指令値は自ずと発電量 P_1 となる。このため、目標発電量 P_0 を無理に取り出すことによる、電流値が $I_1 \rightarrow I_1' \rightarrow I_1''$ と増加することはなくなる。したがって、電流の取り出し過ぎによる、燃料電池の高分子膜が損傷することは回避される。

【0030】

以上説明したように、上記第1の実施形態においては、目標発電量 P_0 から演

算した目標電流値 I_1 と実電圧とに基づいて、出力指令値を設定するようにしている。これにより、燃料電池の出力特性の劣化や、暖機が不十分で燃料電池の出力特性が低下している場合には、実際の出力特性の低下に伴って出力指令値を減少させることができる。この結果、電流を取り出しすぎることによって電圧が低下し、出力を取り出すためにさらに電流を取り出しさらに電圧が低下する、といった悪循環に陥ることはなくなる。これにより、出力が取り出せなくなることは回避され、確実に出力を確保することができる。また、燃料電池の劣化を防止することができる。

【0031】

図4は本発明の第2の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置の構成を示す図である。図4に示す第2の実施形態の特徴とするところは、図1に示す構成に加えて、出力特性学習手段103を備えたことにある。

【0032】

運転状態検出手段102は、前述した機能に加えて、燃料電池から出力された出力電流（実電流）を検出し、燃料電池の運転状態を検出する。

【0033】

出力特性学習手段103は、運転状態検出手段102で検出された、燃料電池の実電圧と実電流とに基づいて、燃料電池の出力特性（ $I-V$ 特性）を学習し、出力特性を補正する手段である。学習補正結果の $I-V$ 特性は、目標電流演算手段104に与えられる。

【0034】

目標電流演算手段104は、出力特性学習手段103から与えられた出力特性に基づいて発電量－電流特性を求め、この発電量－電流特性に基づいて目標電流 I_1 を演算する手段である。

【0035】

他の構成は、図1に示すものと同様である。また、図4に示す構成と燃料電池システムの構成との対応関係は、図2と同様である。したがって、図4に示す構成と図2に示すシステム構成において、電圧センサ215、電流センサ216が運転状態検出手段102に相当し、コントローラ214が、出力特性学習手段1

03、目標電流演算手段104、ガス動作点演算手段105、出力指令値演算手段106に相当し、コンプレッサ203、可変バルブ204、スロットル205がガス制御手段107に相当する。

【0036】

次に、この第2の実施形態の制御動作を、図5～図9を参照して説明する。

【0037】

図5は燃料電池から取り出される出力を制御する手順を示すフローチャートである。

【0038】

図5において、ステップS501では、目標発電量P0を演算し、ステップS502では、目標電流I1を演算する。次に、ステップS503では、目標ガス動作点を演算し、ステップS504では、ステップS503で演算した目標ガス動作点となるように、ガスの圧力ならびに流量を制御する。次に、ステップS505では、燃料電池の実電圧VFCを検出し、ステップS506では、目標電流I1と実電圧VFCとの積で出力指令値TPW ($I1 \times VFC$) を演算する。ステップS507では、演算で得られた出力指令値に基づいて燃料電池の出力を制御する。このような動作は、所定時間毎（例えば10（ms）毎）に実行される。

【0039】

図6は燃料電池のI-V特性の学習動作の手順を示すフローチャートである。図6に示す動作は、図5に示す動作と同様に、所定時間毎（例えば10（ms）毎）に実行される。

【0040】

図6において、ステップS601では、燃料電池スタック201の実電圧と実電流のデータが取得可能であるか否か（急激な過渡状態等ではないか否か）を判断する。判断結果において、データが取得可能である場合には、ステップS602に進み、データ取得が不可能である場合には、ステップS604に進む。ステップS602では、燃料電池スタック201の実電圧VFC、実電流IFCを検出する。ステップS603では、ステップS602で検出した検出値をメモリへ

格納して記憶する。

【0041】

ステップS604では、ステップS603で記憶したデータが所定個数 α （例えば5000個）を上回ったか否かを判断し、上回っている場合はステップS605へ進み、上回っていない場合にはこの動作ルーチンを終了する。次に、ステップS605では、学習の時間が所定時間 β （例えば3時間）を超えたか否かを判断する。判断結果において、学習時間が所定時間 β を超えたと判断された場合、すなわち所定個数以上のデータを収集して学習を行い、かつ所定時間以上学習を行った場合には、ステップS606に進む。一方、学習時間が所定時間 β を超えていないと判断された場合には、この動作ルーチンを終了する。最後に、ステップS606では、学習によって収集されて記憶されたデータIV1を現状のI-V特性として更新し、所定のメモリ変数IVに格納して終了する。

【0042】

図7は図5のステップS501に示す目標発電量P0を演算する手順を示すフローチャートである。

【0043】

図7において、ステップS701では、補機電力データを更新するか否かを判断する。ここでは、I-V特性が更新された際に、補機電力データを更新するものとする。ステップS701で更新すると判断された場合は、ステップS702に進む。一方、更新しないと判断された場合には、ステップS706に進む。

【0044】

次に、ステップS702では、学習によって得られた最新のI-V特性を読み込み、ステップS703では、最新のI-V特性に基づいてgross電力と電流の関係を表すPgross-I特性を演算する。次に、ステップS704では、電流に対するガス動作点のデータに基づいて、補機消費電力Pauxを演算する。演算後、gross電力Pgrossと補機消費電力Pauxに基づいて、Pgross-Paux特性を演算する。続いて、この演算結果に基づいて、Pnet（＝Pgross-Paux）-Paux特性を演算する。演算後、演算で得られた特性に基づいてメモリ上のデータを更新する。

【0045】

次に、ステップS706では、車両制御系から与えられる出力指令値の目標（Net）発電量TPNETを読み込む。ステップS707では、ステップS705で更新したPnet-Paux特性に基づいて、補機消費電力TPAUXを演算する。最後に、ステップS708では、目標（Gross）発電量P0（=TPNET+TPAUX）を演算し、終了する。

【0046】

図8は図5のステップS502に示す目標電流I1を演算する手順を示すフローチャートである。

【0047】

図8において、ステップS801では、学習によって得られた最新のI-V特性を読み込み、ステップS802では、読み込んだ最新のI-V特性に基づいてグロス電力と電流の関係を示すPgross-I特性を演算する。ステップS803では、目標（Gross）発電量P0を読み込み、ステップS804では、目標（Gross）発電量P0とPgross-I特性とに基づいて、目標電流I1を演算し、終了する。

【0048】

図9は図5のステップS503に示す目標ガス動作点を演算する手順を示すフローチャートである。

【0049】

図9において、ステップS901では、図5のステップS502の処理で得られた目標電流I1を読み込む。次に、ステップS902では、予め用意されているガス動作点演算データに基づいて、目標ガス圧力TPR、目標空気流量TQAIRを演算し、終了する。

【0050】

先に説明した、本発明の第1の実施形態では、目標電流I1と実電圧V1の積により出力指令値を演算した。これにより、目標電流がI1→I1'→I1''と増加することが防止される。しかし、この状態では、目標発電量P0の出力要求に対して、実発電量P1（<P0）しか取り出すことができず、所望の目標発電

量 P_0 を得ることはできなかった。

【0051】

これに対して、この第2の実施形態では、燃料電池の実電圧と実電流とに基づいて、暖機不足や劣化によりノミナル特性から変化が生じてる $I-V$ 特性を学習し、学習した $I-V$ 特性に基づいて発電量-電流特性を算出している。そして、算出した発電量-電流特性に基づいて、車両制御系から与えられる目標発電量 P_0 を目標電流 I_1 に変換する。すなわち、先の第1の実施形態に対して、この第2の実施形態では、学習により $I-V$ 特性を得ているので、同じ目標発電量 P_0 を実現するための目標電流 I_1 が変わることになる。

【0052】

例えば、図10に示す燃料電池のノミナル特性（図10中に（1）で示す）と、学習した $I-V$ 特性（図10中に（2）で示す）においては、目標電流 $I_1 = I_2'$ が算出される。ここで、目標ガス動作点をこの電流 I_2' に基づいて演算することにより、目標ガス動作点は、第1の実施形態の電流 I_0 に応じた目標ガス動作点よりも高い圧力、流量に制御される。このため、 $I-V$ 特性は図10の（2）で示す特性となり、高負荷域での急激な電圧の低下が抑制される。すなわち、ガス動作点が電流 I_2' ($P_2' = P_0$) に応じた値になっているため、電流 I_0 よりも多い電流 I_2' を取り出しても、急激な電圧の低下が抑制される。また、電流 I_2' と実電圧 V_2' との積から出力指令値が演算され、演算された出力指令値は P_0 となり、所望の目標発電量 P_0 が得られることになる。

【0053】

以上説明したように、この第2の実施形態においては、先の第1の実施形態で得られる効果に加えて、燃料電池の出力特性の劣化や暖機が不十分で燃料電池の出力特性が低下している場合でも、電流の取り出し過ぎを防止し、かつ出力を所望の目標発電量に近づけることが可能となる。

【0054】

また、燃料電池の運転中に検出した実電流、実電圧の値を逐次収集し、収集した実電流、実電圧に基づいて燃料電池の電流-電圧特性を学習し、この学習した電流-電圧特性に対応するように、発電量-電流特性を設定する構成を採用して

いる。これにより、燃料電池の出力特性を精度良く学習することが可能となる。

【0055】

さらに、目標発電量の演算は、発電するために補機負荷で消費される電力を勘案して行い、出力特性の学習結果に基づいて発電量－電流特性を補正した際に、補機負荷での消費電力特性も補正する構成を採用している。これにより、出力特性の学習結果に基づいて発電量－電流特性を補正したので、補機負荷での消費電力が変化した場合でも、所望の目標発電量を実現することができる。

【0056】

図11は本発明の第3の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置の構成を示す図である。先の第2の実施形態では、目標電流演算手段104が出力特性学習手段103の学習により得られたI－V特性に基づいて発電量－電流特性を求めているのに対して、図11に示す第3の実施形態の特徴とするところは、目標ガス動作点演算手段105が出力特性学習手段103の学習により得られたI－V特性に基づいて目標ガス動作点を演算し、目標電流演算手段104は第1の実施形態と同様に構成したことにある。

【0057】

目標ガス動作点演算手段105は、目標電流演算手段104で得られた目標電流I1と、出力特性学習手段103の学習により得られたI－V特性とに基づいて、目標ガス動作点（目標ガス圧力ならびに目標ガス流量）を演算する手段である。

【0058】

他の構成は、図1あるいは図2に示すものと同様である。また、図11に示す構成に対する燃料電池のシステム構成は、図2と同様である。したがって、図11に示す構成と図2に示すシステム構成において、電圧センサ215、電流センサ216が運転状態検出手段102に相当し、コントローラ214が、出力特性学習手段103、目標電流演算手段104、ガス動作点演算手段105、出力指令値演算手段106に相当し、コンプレッサ203、可変バルブ204、スロットル205がガス制御手段107に相当する。

【0059】

次に、この第3の実施形態の制御動作を、図12、図13を参照して説明する。なお、第3の実施形態において、燃料電池から取り出される出力を制御する手順、燃料電池のI-V特性の学習動作の手順ならびに目標発電量P0を演算する手順は、先の図5、図6ならびに図7のフローチャートに示す手順と同様なので、ここではその説明は省略する。

【0060】

図12は図5のステップS502に示す目標電流I1を演算する手順を示すフローチャートである。

【0061】

図12において、ステップS1201では、目標(Gross)発電量P0を読み込む。次に、ステップS1202では、目標(Gross)発電量P0と、予め用意されたPgross-I特性とに基づいて、目標電流I1を演算し、終了する。

【0062】

図13は図5のステップS503に示す目標ガス動作点を演算する手順を示すフローチャートである。

【0063】

図13において、ステップS1301では、出力特性学習手段103で学習した最新のI-V特性を読み込む。次に、ステップS1302では、基準のI-V特性(図3、図4におけるノミナル特性に対応するもの)を読み込む。ステップS1303では、基準のI-V特性に対して学習した最新のI-V特性がどの程度変動しているかを変動率Sとして演算する。

【0064】

変動率Sの演算方法は、まず例えばI-V特性上のN個の点のデータから、 $S(i) = IV(i) / IV_{study}(i)$ を演算する。ここで、 $i = 1 \sim N$ 、IVは基準のI-V特性のデータであり、 IV_{study} は学習したI-V特性のデータである。そして演算後、得られたN個のS(i)の平均値を演算し、その値を変動率Sとする。

【0065】

次に、ステップ S 1 3 0 4 では、演算で得られた変動率 S と、基準の目標ガス圧力データ $mPR0$ とに基づいて、補正後の目標ガス圧力データ mPR を、 $mPR = mPR0 \times f(S)$ により演算する。ここで、関数 f は、変動率 S に対して単調増加の正の値を出力する所定の関数である。なお、関数 f を導入する代わりに、変動率 S と変動率 S に対応した正の値が設定されたテーブルを設け、このテーブルのデータを用いるようにしてもよい。

【0066】

次に、ステップ S 1 3 0 5 では、図 5 のステップ S 5 0 2 で示す演算で得られた目標電流 $I1$ を読み込む。最後に、ステップ S 1 3 0 6 では、ステップ S 1 3 0 4 で得られた目標ガス圧力データ mPR に基づいて目標ガス圧力 TPR を演算する。また、予め用意された所定のデータから目標空気流量 $TQAIR$ を演算し、終了する。

【0067】

先に説明した、本発明の第 1 の実施形態では、目標電流 $I1$ と実電圧 $V1$ の積により出力指令値を演算した。これにより、目標電流が $I1 \rightarrow I1' \rightarrow I1''$ と増加することが防止される。しかし、この状態では、目標発電量 $P0$ の出力要求に対して、実発電量 $P1$ ($< P0$) しか取り出すことができず、所望の目標発電量 $P0$ を得ることはできなかった。

【0068】

これに対して、この第 3 の実施形態では、燃料電池の実電圧と実電流とに基づいて、暖機不足や劣化によりノミナル特性から変化が生じてる $I-V$ 特性を学習し、学習した $I-V$ 特性に基づいて目標ガス動作点を算出している。また、車両制御系から与えられる目標発電量 $P0$ を、先の第 1 の実施形態と同様にノミナル特性による発電量-電流特性に基づいて目標電流 $I1$ に変換する。これにより、例えば図 10 では、目標電流 $I1 = I0$ が算出される。

【0069】

次に、算出された電流 $I0$ に基づいて、目標ガス動作点が演算される。この時に、 $I-V$ 特性の学習の結果、 $I-V$ 特性が低下している場合には、ガスの圧力を高めるようにガス圧力の動作点が補正演算される。ここで、ガスの圧力を高め

ると、燃料電池の $I-V$ 特性は電圧が上昇するように変化し、図 10 に示す $I-V$ 特性も図 10 の (1) で示すノミナル特性と同様となる。すなわち、ガスの圧力を高めたことで、燃料電池の実電圧が、図 10 に示すノミナル特性付近まで上昇し、結果的に実電流 I_0 と実電圧 V_0 との積から出力指令値が演算され、演算された出力指令値は P_0 となり、所望の発電量が得られることになる。

【0070】

なお、ガス圧力の上昇による燃料電池の出力電圧の上昇には限界があるため、燃料電池の $I-V$ 特性の低下が大きい場合には、この第 3 の実施形態の手法だけではなく、先の第 2 の実施形態の手法を併用するとよい。

【0071】

以上説明したように、この第 2 の実施形態においては、先の第 1 の実施形態で得られる効果に加えて、燃料電池の出力特性の劣化や暖機が不十分で燃料電池の出力特性が低下している場合でも、電流の取り出し過ぎを防止し、かつ出力を所望の目標発電量に近づけることが可能となる。

【0072】

また、燃料電池の運転中に検出した実電流、実電圧の値を逐次収集し、収集した実電流、実電圧に基づいて燃料電池の電流-電圧特性を学習し、この学習した電流-電圧特性に対応するように、発電量-電流特性を設定する構成を採用している。これにより、燃料電池の出力特性を精度良く学習することが可能となる。

【0073】

さらに、目標発電量の演算は、発電するために補機負荷で消費される電力を勘案して行い、出力特性の学習結果に基づいて目標ガス動作点特性を補正した際に、補機負荷での消費電力特性も補正する構成を採用している。これにより、出力特性の学習結果に基づいて目標ガス動作点特性を補正したので、補機負荷での消費電力が変化した場合でも、所望の目標発電量を実現することができる。

【0074】

次に、本発明の第 4 の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置を説明する。

【0075】

この第 4 の実施形態の特徴とするところは、先の第 2 又は第 3 の実施形態の出

力特性学習手段103が、暖機不十分等により比較的短時間の間に少ないデータでI-V特性の学習を行えるようにしたことにある。他の構成は、第2又は第3の実施形態と同様である。

【0076】

次に、出力特性学習手段103の学習手順を、図14のフローチャートを参照して説明する。図14は出力特性学習手段103がI-V特性を学習する手順を示すフローチャートであり、図5のフローチャートに示す基本動作の手順と同様に、所定時間毎（例えば10（ms）毎）に実行される。

【0077】

図14において、ステップS1401では、燃料電池スタック201の実電圧と実電流のデータが取得可能であるか否か（急激な過渡状態等ではないか否か）を判断する。判断結果において、データが取得可能である場合には、ステップS1402に進み、データ取得が不可能である場合には、ステップS1404に進む。ステップS1402では、燃料電池スタック201の実電圧VFC、実電流IFCを検出する。ステップS1403では、ステップS1402で検出した検出値をメモリへ格納して記憶する。

【0078】

次に、ステップS1404では、メモリに格納されたデータが所定個数 γ （例えば10個）を上回ったか否かを判断し、上回っている場合はステップS1405へ進み、上回っていない場合には学習手順を終了する。ステップS1405では、I-V特性の補正率Rを演算する。補正率Rは、メモリに格納されたI-V特性の学習値から数点（例えばメモリに格納されたM個）を選択し、 $R(i) = IV_{study}(i) / IV(i)$ を演算し、M個のR(i)の平均値として算出される。ここで、 $i = 1 \sim M$ 、 IV_{study} は学習したI-V特性のデータ、 IV は基準のI-V特性（ノミナル特性）のデータである。

【0079】

次に、ステップS1406では、演算した補正率Rと、基準のI-V特性 IV_0 （図3、図4におけるノミナル特性に対応するもの）とに基づいて、学習後のI-V特性 IV を、 $IV = IV_0 \times R$ を演算して求め、終了する。

【0080】

以上説明したように、この第4の実施形態においては、燃料電池の出力特性を学習する際に、第2の実施形態に比べてはるかに少なく、短時間に検出した数点の実電流、実電圧に基づいて、基準（ノミナル特性）となる出力特性を補正することで、出力特性を学習する構成を採用している。これにより、短時間かつ容易に出力特性を学習することができる。

【0081】

なお、上記第2、第3ならびに第4の実施形態において、出力特性学習手段103は、燃料電池の温度に応じて、基準となる出力特性のデータを保持し、出力特性を学習する際の燃料電池の実温度に対応する出力特性のデータを用いて、燃料電池の出力特性を学習するようにしてもよい。このようにすることにより、温度の変化に応じて出力特性を学習することが可能となり、燃料電池の温度が変化した場合でも精度良く発電量を制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置の構成を示す図である。

【図2】

図1に示す燃料電池の発電量制御装置を含む燃料電池システムの構成を示す図である。

【図3】

燃料電池の電流－電圧特性を示す図である。

【図4】

本発明の第2の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置の構成を示す図である。

【図5】

燃料電池の発電量を制御する手順を示すフローチャートである。

【図6】

燃料電池の電流－電圧特性の学習動作の手順を示すフローチャートである。

【図 7】

目標発電量 P_0 を演算する手順を示すフローチャートである。

【図 8】

第 2 の実施形態における目標電流 I_1 を演算する手順を示すフローチャートである。

【図 9】

目標ガス動作点を演算する手順を示すフローチャートである。

【図 10】

燃料電池の電流－電圧特性を示す図である。

【図 11】

本発明の第 3 の実施形態に係る燃料電池の発電量制御装置の構成を示す図である。

【図 12】

第 3 の実施形態における目標電流 I_1 を演算する手順を示すフローチャートである。

【図 13】

第 3 の実施形態における目標ガス動作点を演算する手順を示すフローチャートである。

【図 14】

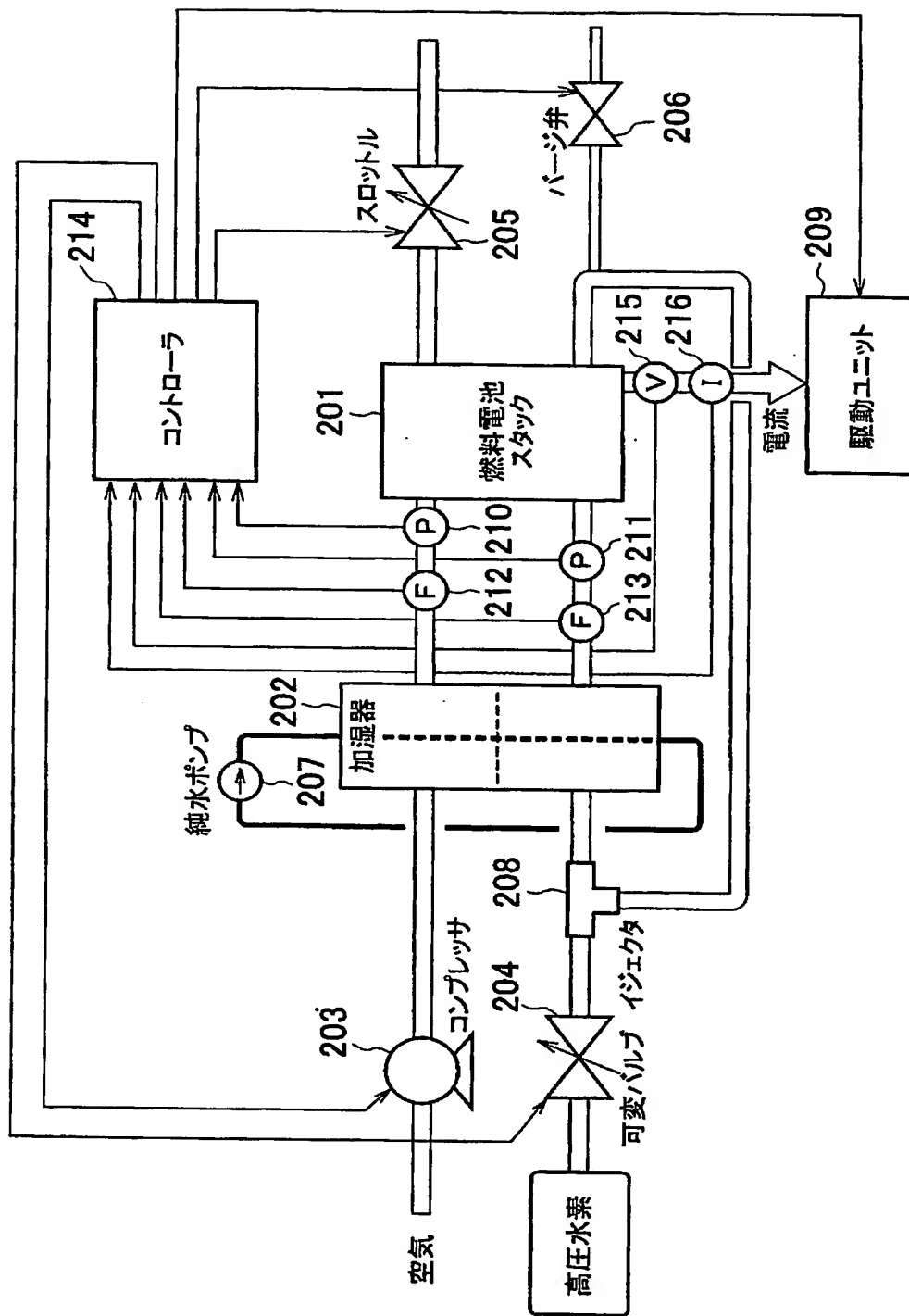
本発明の第 4 の実施形態における、出力特性学習手段の学習手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

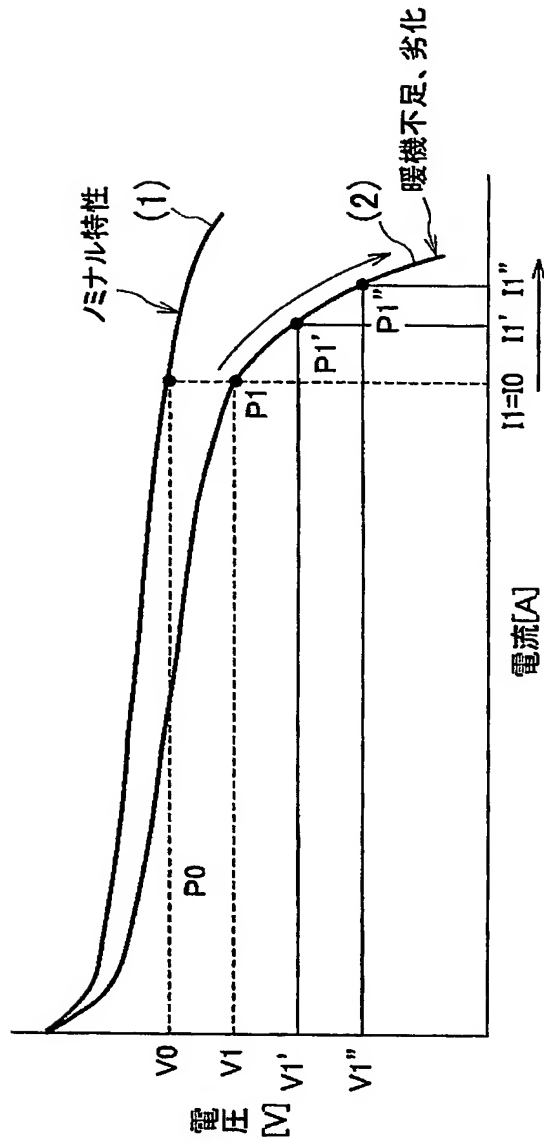
- 101…目標発電量演算手段
- 102…運転状態検出手段
- 103…出力特性学習手段
- 104…目標電流演算手段
- 105…目標ガス動作点演算手段
- 106…出力指令値演算手段
- 107…ガス制御手段

2 0 1 …燃料電池スタック
 2 0 2 …加湿器
 2 0 3 …コンプレッサ
 2 0 4 …可変バルブ
 2 0 5 …スロットル
 2 0 6 …パージ弁
 2 0 7 …純水ポンプ
 2 0 8 …イジェクタ
 2 0 9 …駆動ユニット
 2 1 0 …空気圧力センサ
 2 1 1 …水素圧力センサ
 2 1 2 …空気流量センサ
 2 1 3 …水素流量センサ
 2 1 4 …コントローラ
 2 1 5 …電圧センサ
 2 1 6 …電流センサ

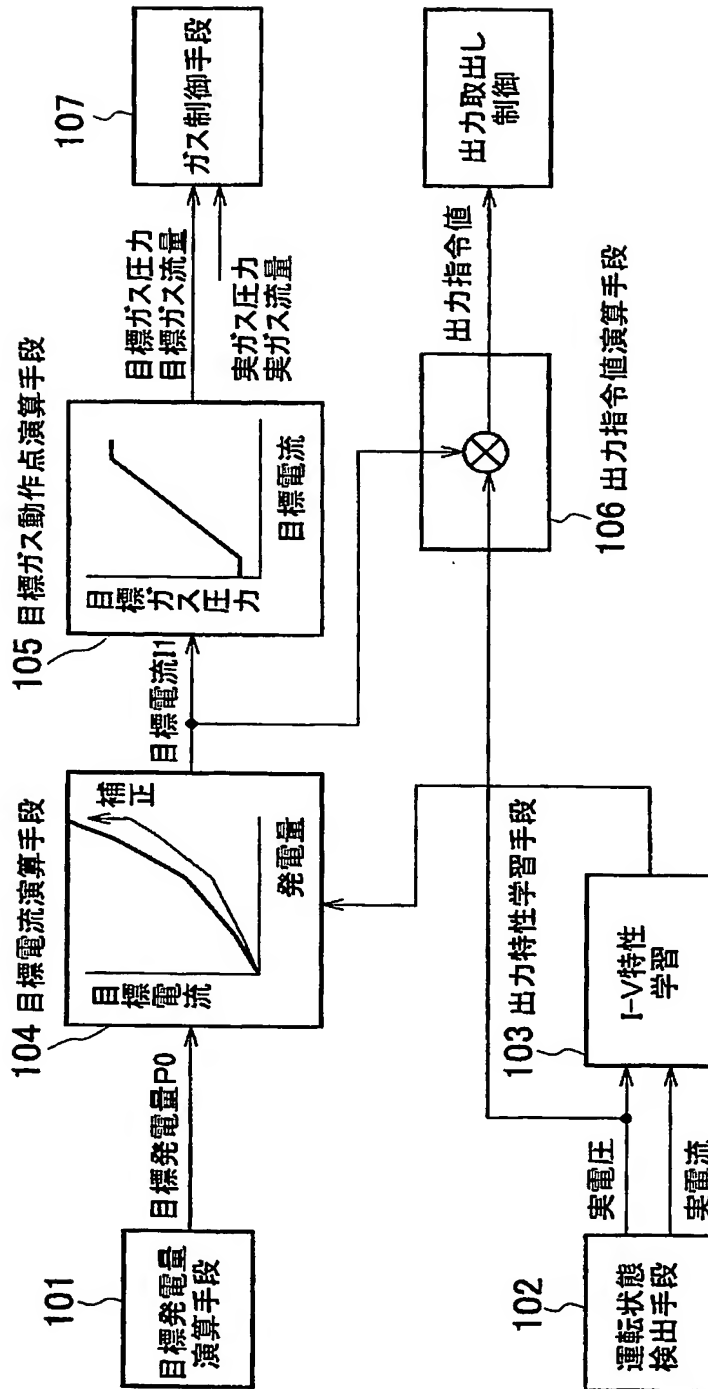
【図 2】



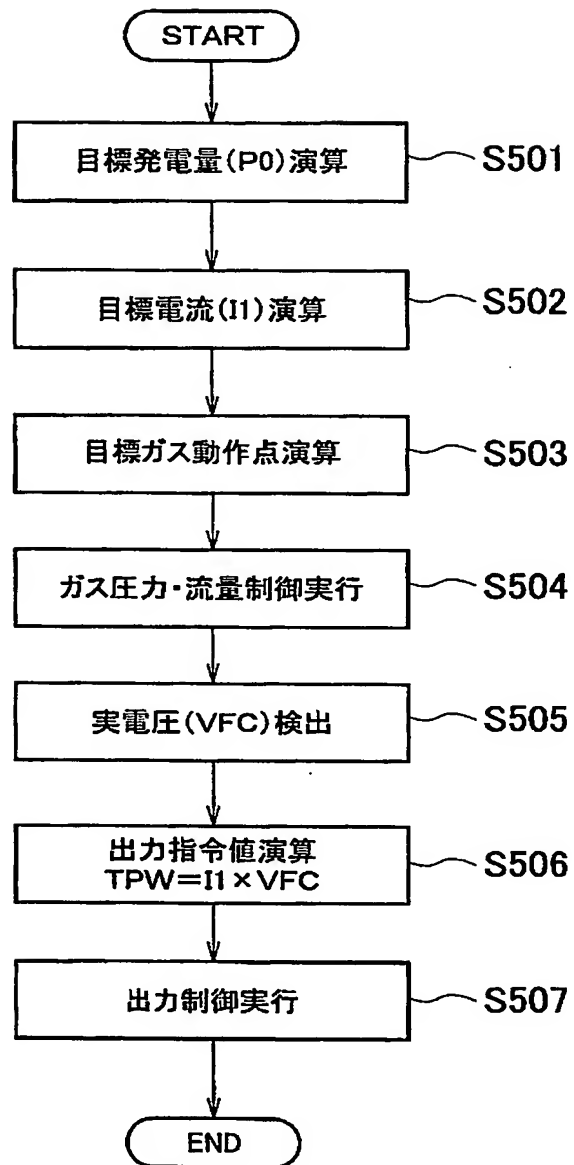
【図 3】



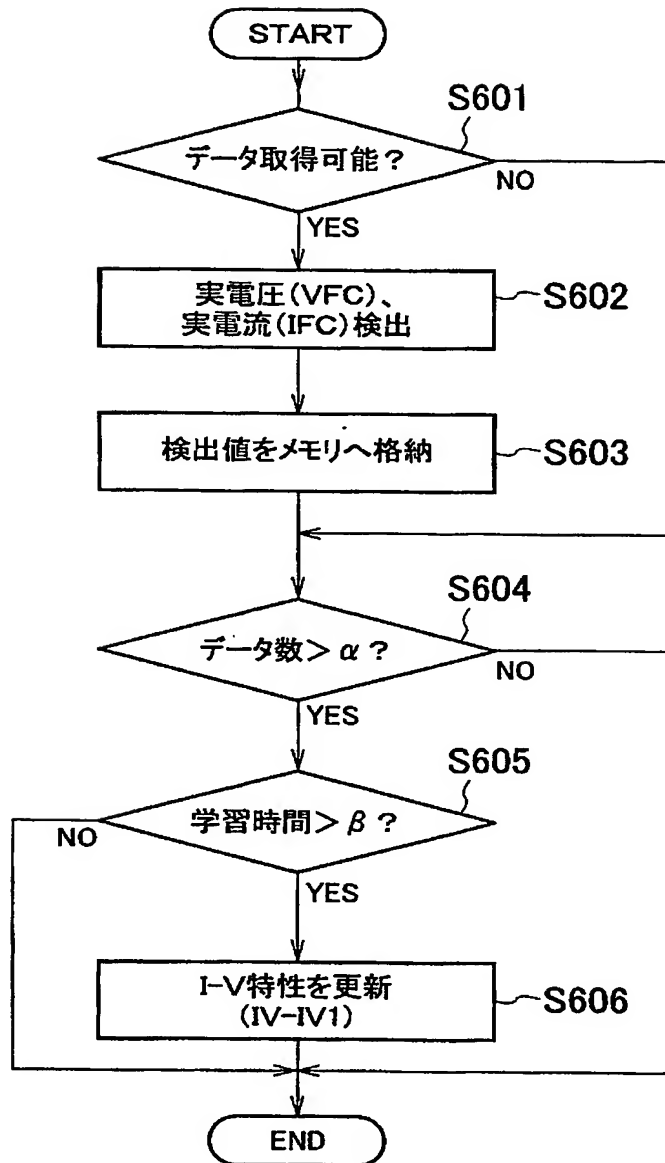
【図 4】



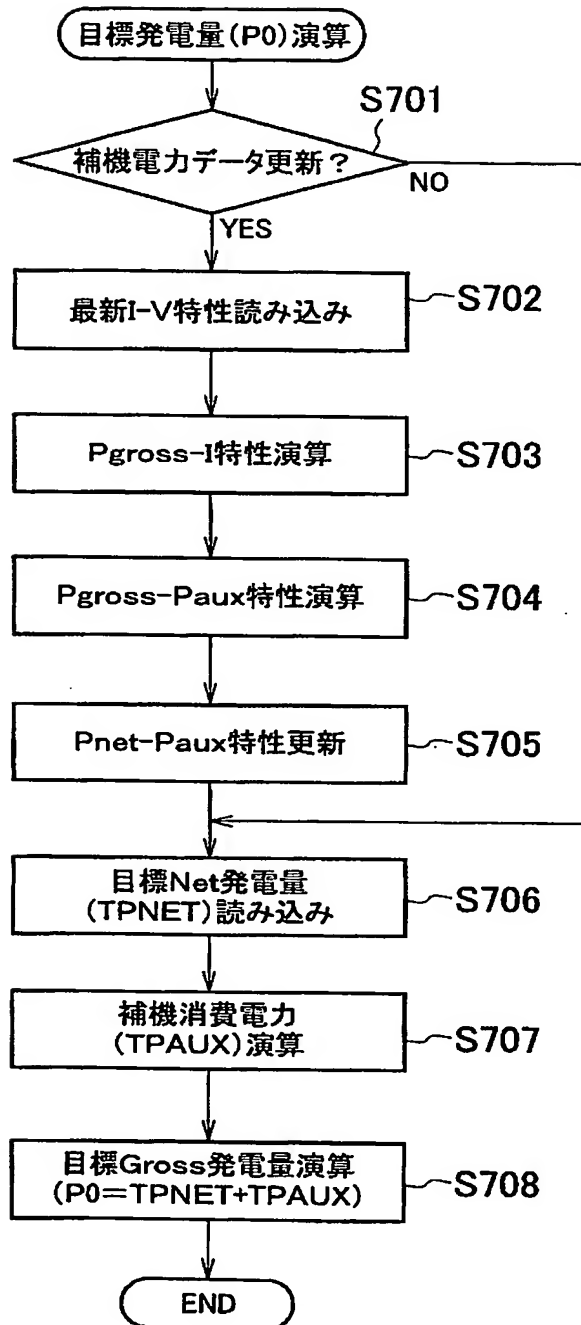
【図 5】



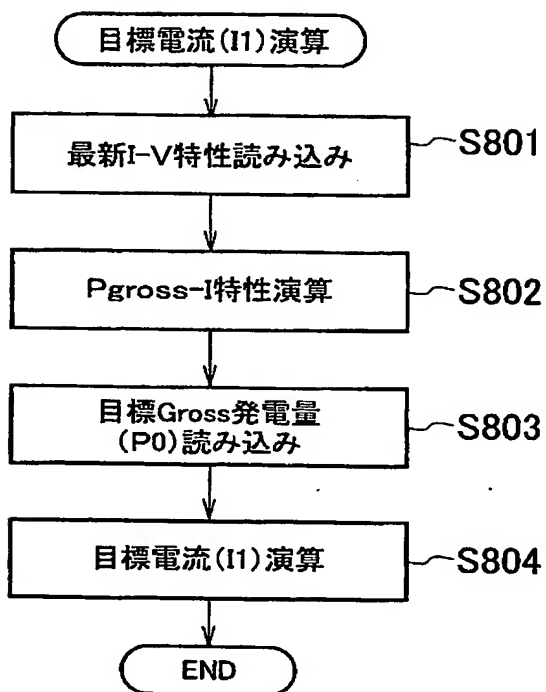
【図 6】



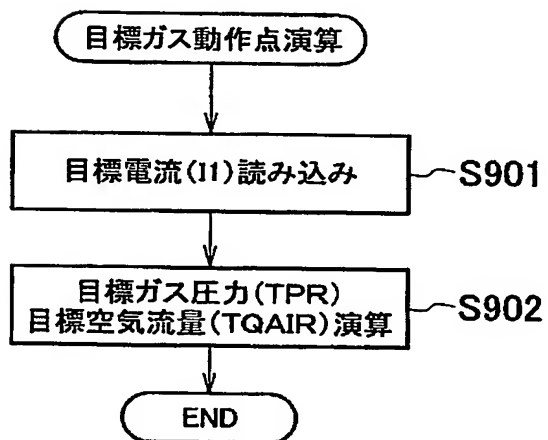
【図 7】



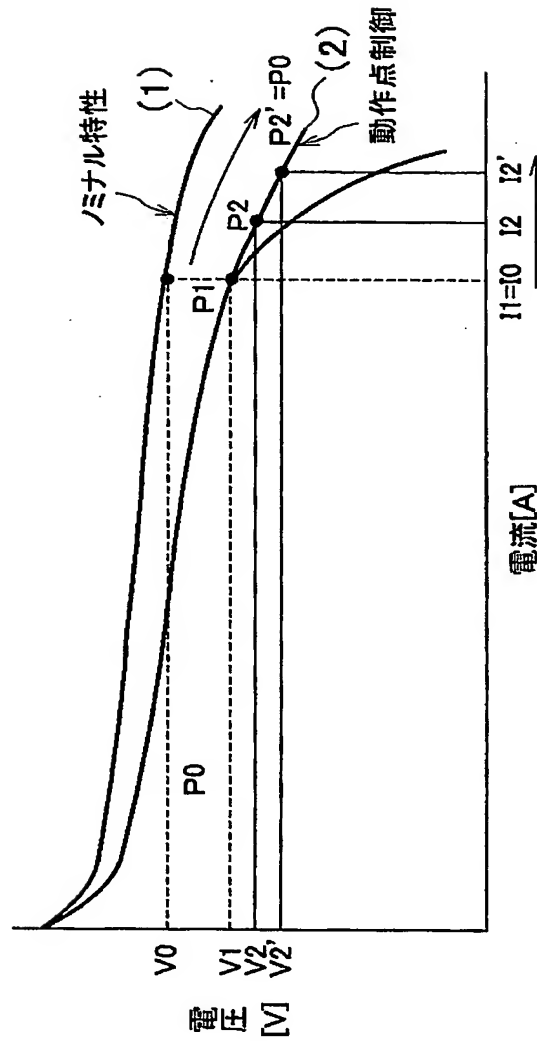
【図 8】



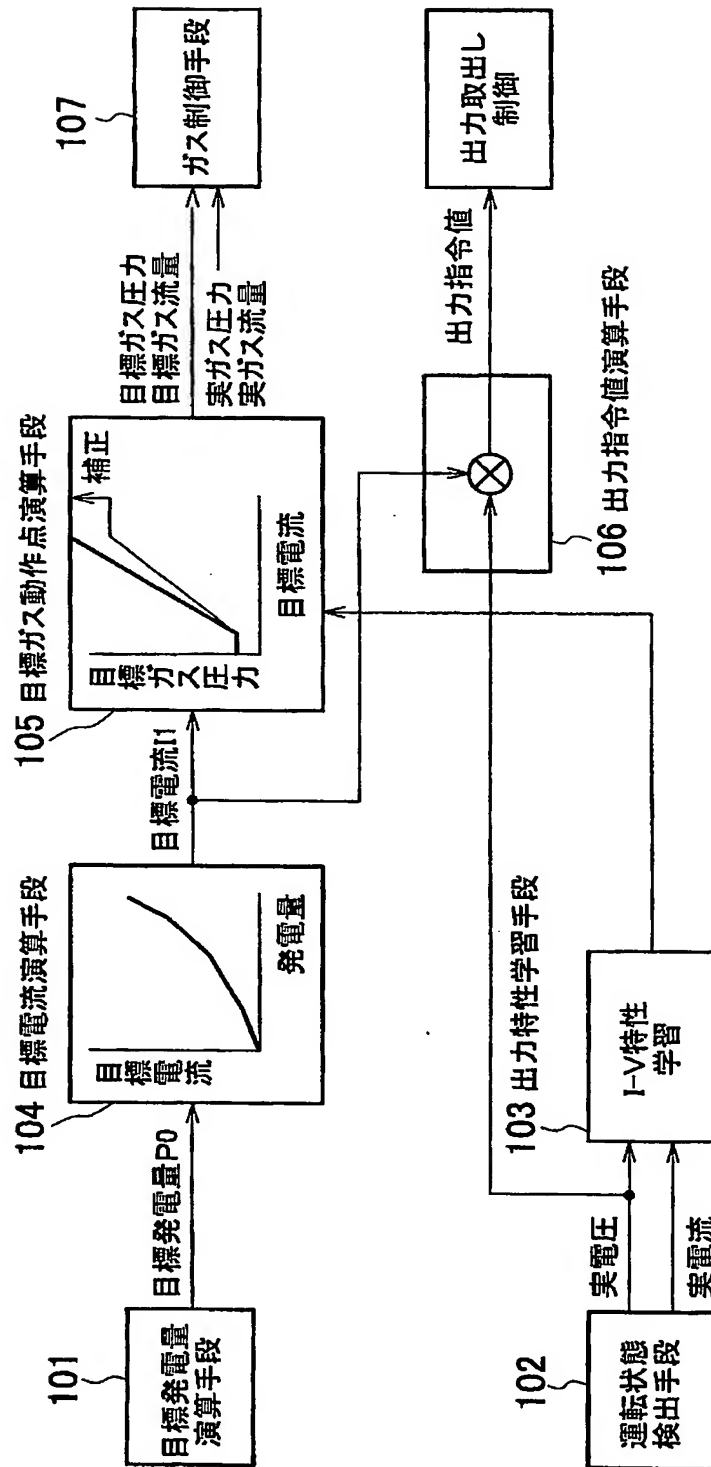
【図 9】



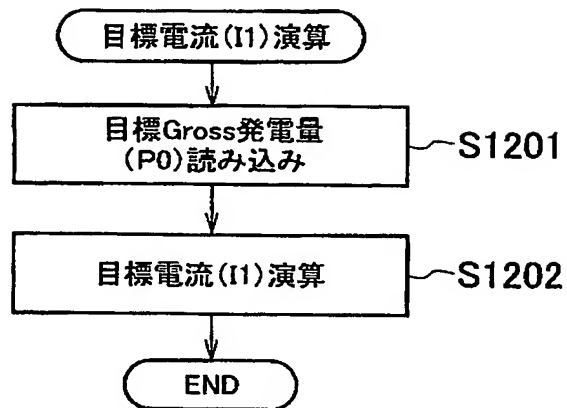
【図 10】



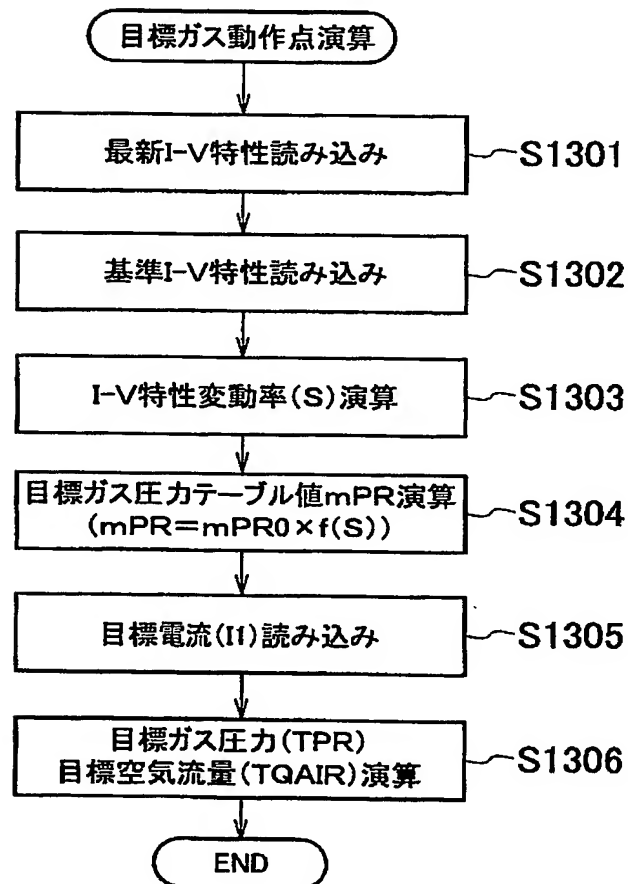
【図 11】



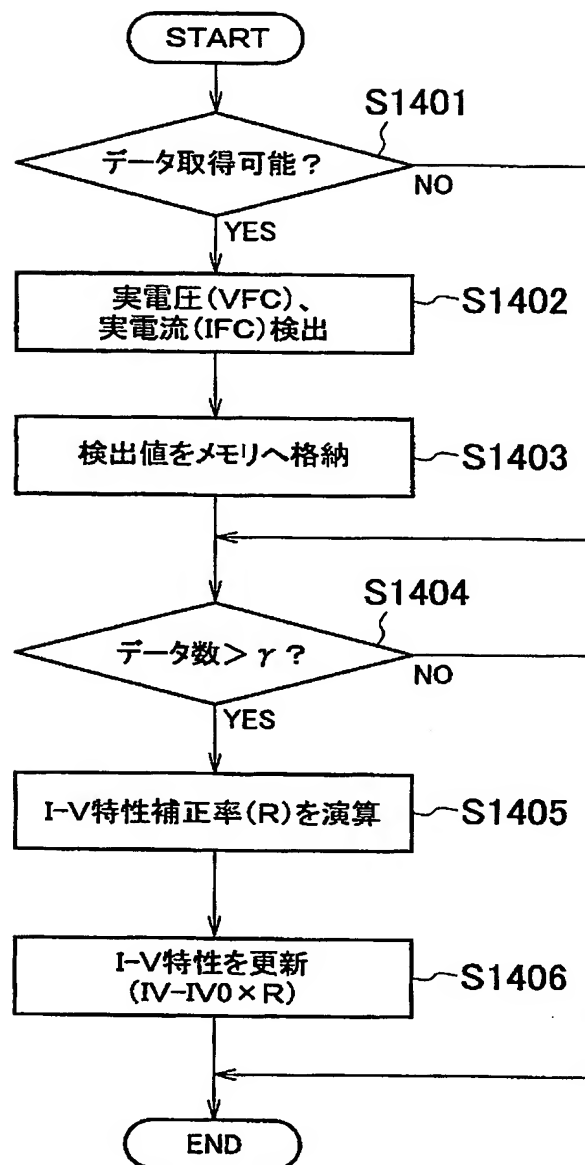
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池の出力特性の低下時においても、確実に出力を確保し、かつ燃料電池の劣化や損傷を防止することを課題とする。

【解決手段】 燃料電池の目標発電量を目標発電量演算手段101で演算し、燃料電池の出力特性にしたがって求められた発電量－電流特性に基づいて、目標電流演算手段104により目標発電量に対応した目標電流を演算し、目標電流と、運転状態検出手段102で検出された燃料電池の実電圧に基づいて、出力指令値演算手段106で燃料電池の発電量を指令する出力指令値を演算して構成される。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 7 4 4 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地
氏 名	日産自動車株式会社